

题目编号：XA-202602

面向下一代相控阵的高效散热多材料异质集成技术比赛方案

一、发榜单位

中国航天科工二院二十三所

二、题目名称

面向下一代相控阵的高效散热多材料异质集成技术

三、题目介绍

近年来，相控阵技术的战略地位和产业地位已经被提升到空前高度。一方面，该技术作为国防现代化的重要基石，先进制程半导体设备、原材料、EDA 设计工具受到出口管制约束，逐步成为我国半导体行业被“卡脖子”的技术关卡；另一方面，空天信息网络、低空经济、气象等民用产业的爆发式增长为相控阵技术提供了广阔的发展前景，具体看，在空天信息网络领域，无论是大规模卫星互联网建设，还是下一代 6G 感知通信一体化，都将产生对相控阵技术的巨大需求；在低空经济领域，作为国家 2026 年重点培育的新兴支柱产业，相控阵技术可以支撑无人机避障雷达、低空监管雷达、空中交通通信与感知等新场景的技术落地；在气象领域，中国气象局印发的《相控阵天气雷达研发与试验工作方案（2024-2030 年）》中已明确将相控阵天气雷达作为下一代天气雷达的发展方向，提供了大规模民

用化的空间。

相控阵技术在战略和市场的双轮驱动下，已呈现出前所未有的发展机遇，但传统的相控阵技术存在以下三个方面的发展瓶颈：（一）散热瓶颈，新一代大功率芯片会产生极高的热量，传统基底材料的低热导率会导致温度升高、性能衰退、可靠性下降；（二）功能瓶颈，单一材料平台无法同时兼顾氮化镓的高功率发射、砷化镓的低噪声接收和硅的高集成控制等多样化功能；（三）尺寸瓶颈，传统模块二维平面集成的特征尺寸在数十微米到数百微米左右，亟需向更小的微米级特征尺寸、三维立体集成转型。而三维异质异构集成正是为下一代相控阵解决这些瓶颈难题而生的“通关钥匙”，它将不同工艺、不同材料、不同功能的芯片，通过先进的“Die to Wafer”、“Wafer to Wafer”等键合技术，在同一高效散热衬底上进行高密度集成，能够彻底改变下一代相控阵的形态，让其从“平房”，发展成“高层”，已成为高端电子领域竞相争夺的制高点。

2025年8月，工业和信息化部、市场监督管理总局联合印发的《电子信息制造业2025-2026年稳增长行动方案》中，首次明确将三维异质异构集成与人工智能、先进储存、全固态电池等前沿技术方向并列，并通过国家重点研发计划相关领域专项予以持续支持。发展三维异质异构集成不仅是实现突围、应对当前“卡脖子”问题的现实路径，更是面向未来芯片技术变革的战略选择。通过聚焦设计架构创新和封装技术突破，我国

有望在半导体领域实现“换道超车”，增强产业链韧性，确保供应链安全，为科技自立自强和数字经济高质量发展奠定硬件基石。

因此，本题目需要参赛团队采用新型多材料、多工艺异质集成方案，以高热导率材料作为多功能集成承载衬底，以异质键合为手段，将硅、砷化镓、氮化镓等不同材料、不同功能的芯片与之进行三维异质集成，并且不破坏上述芯片原有性能，为构建下一代多功能、高性能、高可靠的相控阵在工艺层面开展前沿技术探索。

发榜单位将统一为参赛团队提供用于异质键合的上述种类芯片，榜题要求提交异质集成晶圆样品，具体技术指标如下：

- 1.高导热衬底材料类型至少 1 种；
- 2.集成芯片材料类型至少 2 种；
- 3.芯片与衬底的键合界面厚度 $\leq 30\text{nm}$ ；
- 4.键合空洞率 $\leq 20\%$ ，键合能 $\geq 1.0\text{J/m}^2$ 或拉伸强度 $\geq 5.0\text{MPa}$ ；
- 5.在尽量低的加热温度下实现芯片与衬底材料的可靠键合。

四、参赛对象

学生赛道：2026 年 6 月 1 日以前正式注册的国内全日制非成人教育的普通高等学校在校专科生、本科生、硕士和博士研究生（不含在职研究生），以及全日制职业教育本科、高职高专在校学生，可通过学生赛道申报作品参赛。

高校青年教师在指导学生参赛的同时不得以参赛人员身份参加同一选题比赛。发榜单位及同发榜单位有相关隶属关系单位的青年不得参加本单位选题比赛。

各赛道参赛对象可以团队或个人形式参赛，每个团队不超过 10 人，每件作品可由不超过 3 名指导教师进行指导。可以跨专业、跨学校、跨单位、跨地域组队，但同一团队所有成员均应符合本赛道相关年龄、身份要求。每件作品只可由 1 所高等院校、科研院所或企业等作为参赛主体提交申报。

五、答题要求

1.作品形式

（1）项目报告：需阐明国内外发展情况、技术路线、技术指标完成情况和预期应用效果等，报告需要提交 5 项技术指标的自测试结果；

（2）实物：提交至少 1 种合格的异质集成晶圆样品，晶圆上异质集成的芯片材料类型至少 2 种。

2.作品要求

参赛者必须保证作品的原创性，杜绝一切抄袭或剽窃他人成果的作品参赛。

参赛者应严格遵守国家有关知识产权保护的规定，不得侵犯任何第三方知识产权或其他权利，如引发知识产权纠纷，责任由参赛者自负。

参赛作品提交的样品原则上不予退还，作品已获得国际竞赛、国家级奖励和其他全国性竞赛获奖作品的，不在申报作品范围之列。

六、作品评选标准

作品评选分为初审和终审，初审满分 100 分，终审满分 100 分。若作品得分相同，由评审委员会讨论确认排名。

1.作品初审

作品初审为实物比测环节，提交作品时应提供技术指标自测试结果，实物比测由发榜单位根据提交的实物在相同测试条件下统一完成，根据总分由高到低排序确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队，打分标准如下：

(1)高导热衬底材料类型至少 1 种；

基准分 8 分，每增加一种衬底材料加 4 分，每减少一种衬底材料减 4 分，上限不超过 12 分。

(2)集成芯片材料类型至少 2 种；

基准分 8 分，每增加一种芯片材料加 4 分，每减少一种芯片材料减 4 分，上限不超过 16 分。

(3)芯片与衬底的键合界面厚度 $\leq 30\text{nm}$ ；

基准分 8 分，每减薄 5nm 加 2 分，每增厚 5nm 减 2 分，上限不超过 16 分。

(4)键合空洞率 $\leq 20\%$ ，键合能 $\geq 1.0\text{J/m}^2$ 或拉伸强度 $\geq 5.0\text{MPa}$ ；

基准分 16 分，键合空洞率每减少 10%加 4 分，每增加 10%减 4 分，键合能或拉伸强度每增加 0.5J/m² 或 2.5MPa 加 4 分，每减少 0.5J/m² 或 2.5MPa 减 4 分，上限不超过 24 分。

(5)在尽量低的加热温度下实现芯片与衬底材料的可靠键合。

键合加热基准温度为 450℃，基准分 8 分，每降低 100℃增加 3 分，每增加 100℃减少 3 分，上限不超过 20 分。

通过键合可靠性验证 12 分，试验条件为：键合后温循-55℃~+125℃（转化时间≤15 分钟，停留时间 10 分钟，温循次数 10 次，在样品提交前完成）。

注：用于键合的不同材料、不同功能的芯片由发榜单位统一提供给各个参赛团队。

2.作品终审

作品终审为擂台赛，由评审专家根据下列标准对作品进行打分，得分结果由现场工作人员记录并统计，角逐“擂主”。

(1)作品符合性（0~28 分）。作品符合选题要求，对国内外发展情况调研分析全面，研究过程和研究方法合理，技术途径可行，具有广阔的应用前景。

(2)作品完整性（0~36 分）。作品符合科学原理和科学方法，实现过程科学、可靠，效果得到了科学验证和证明，具有完整的研究内容和研究成果，相应科研原始数据和项目报告等文档完整规范。

(3)作品创新性（0~36 分）。作品在技术、理论、方法、应

用等方面具有新颖性、独创性与前瞻性，对相关内容有独到的见解和技术创新，关键技术、方案设计等创新性强，具有较高的学术价值。

七、作品提交时间

2026年5月至9月上旬，各参赛团队选择榜单中的题目开展研发攻关，各高校、企业、科研机构等组织协调机构应组织学生和青年科技工作者参赛，安排专业人员给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2026年9月10日前，各参赛团队要向发榜单位完成作品提交，具体要求详见本方案第八点第（二）款，并严格遵照发榜单位明确的提交规范执行。

2026年9月30日前，由发榜单位完成初审，确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队。

2026年10月，发榜单位安排专门团队提供帮助和指导，各晋级团队完善作品。

2026年11月，组织终审擂台赛，角逐“擂主”。

八、参赛报名及作品提交方式

（一）报名方式

（1）参赛选手登录“挑战杯”官网 www.tiaozhanbei.net，在“揭榜挂帅”擂台赛报名入口注册账号，登录大赛申报系统在线填写报名信息。报名信息提交后，下载打印系统生成的报

名表。

(2) 申报人在报名表对应位置加盖所在学校或所在单位公章。

(3) 将盖章版报名表扫描件上传至报名系统，等待系统审核。请参赛选手注意查看审核状态，如审核不通过，需重新提交。

(4) 系统开放报名时间为 2026 年 5 月 30 日—6 月 30 日，逾期后系统将自动关闭报名功能。

(二) 作品提交方式

参赛团队通过电子邮件提交项目报告，以压缩包格式发送到电子邮箱 htbm_collect@163.com，通过快递方式提交实物，快递至四川省成都市金牛区金科南二路 77 号成都航天博目电子科技有限公司，收件人鲍老师，联系方式 028-60789074，18885092858。

压缩包命名格式为：提报单位（学校/单位全称）- 选题名称 - 队伍名称 - 队长手机号（例如：XX 大学-题目名称-XX 队伍-1XXXXXXXXXX）。

提交具体作品时，务必一并提交 1 份报名系统中审核通过的参赛报名表（所有信息与系统中填报信息保持严格一致）。

九、赛事保障

1. 参观学习基地。航天博目可作为开放交流平台和学生、青年教师实习基地，供参赛团队开展产学研交流和暑期实习

等活动。

2.企业指导专家。航天博目将组建参赛指导专家团队，在比赛过程中给予指导。

3.航天博目可提供一定的基础试验平台，供参赛队伍研究与测试。

十、设奖情况及奖励措施

1. 设奖情况

学生赛道原则上评出“擂主”1个，特等奖5个(含“擂主”)，一等奖5个，二等奖6个，三等奖8个。最终授奖数量视作品申报数量和质量情况动态调整。

2. 奖励措施

学生赛道“擂主”奖金10万元/队，特等奖2万元/队，一等奖1万元/队，二等奖0.5万元/队，三等奖0.2万元/队。

对于选择本题目的学生可优先安排暑期实习，实习期间提供科研津贴。全部获奖团队的应届毕业生参加校园招聘时，符合应聘条件者，直接进入面试环节，同等条件下可优先录用。

3. 奖金发放方式

比赛结束后，单位比赛专班工作人员与获奖团队取得联系，填写奖金申请表，待获奖团队提供银行卡详细信息后1个季度内，将奖金一次性发放至获奖团队提供的银行卡中。

十一、比赛专班联系方式

1. 专家指导团队

联络专员：郝老师，联系方式 028-60789073, 15701085546；
指导专家：刘老师，联系方式 028-81268179, 15101624610。
负责比赛期间技术指导保障。

2. 赛事服务团队

联络专员：鲍老师，联系方式 028-60789074, 18885092858。
负责比赛期间组织服务及后期相关赛务协调联络。

3. 联系时间

比赛期间工作日（8:30-11:30，14:00-17:30）

附：发榜单位简介

中国航天科工二院二十三所（以下简称二十三所）组建于1958年11月24日，是我国地空导弹制导雷达的摇篮，我国最高水平的制导雷达研究所。二十三所以雷达系统工程及电子信息技术为专长，形成空天防御探测、信息支援保障和产业链延伸三大产品体系，覆盖制导雷达、预警雷达、空间目标监视雷达、测量雷达、气象雷达、空天基雷达、电子对抗装备等七大产品领域，先后承担我国多项重要武器装备研制生产任务。二十三所现有从业人员5000余人，高级职称1200余人，先后培养中国工程院院士3人、全国五一劳动奖章4人、全国三八红旗手2人、中国青年五四奖章标兵1人、当代发明家1人、国家级人才称号及奖励30余人，荣获国家发明一等奖1项、国家科技进步特等奖4项、省部级以上奖项500余项，拥有雷达信号处理全国重点实验室等2个国家级创新平台和7个省部级创新平台，科技创新持续助力企业发展。

成都航天博目电子科技有限公司（以下简称航天博目）是二十三所下属的战略性新兴产业公司，同时具备硅基集成工艺线和氮化镓晶圆工艺线，旨在建成行业领先的晶上微系统IDM企业。航天博目围绕射频微系统关键技术布局，打造“产学研试用”一体化研制能力，为行业提供丰富的微系统与芯片产品及解决方案，助力新质生产力的快速生成和水平装备的持续发展。